پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۱۰ شمارۀ۱، نیمۀ اوّل ۱۳۹۸، صفحۀ ۷۴-۶۳
نوع مقاله: پژوهشی

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 10, No. 1, 2019, p. 63-74 (Research Article)
DOI: 10.22067/ijpr.v10i1.62772

تأثیر پرایمینگ بذر و گیاه بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) رقم سان‌رایز تحت تنش کم‌آبی

سیاوش دنیر[1]، سوران شرفی[2] و اسماعیل قلی‌نژاد[3]*

۱- کارشناس‌ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد، siyavashdanirr@yahoo.com
۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد، sharafi_1352@yahoo.com
۳- دانشیار گروه علمی علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۱۱

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش کم‌آبی و تنظیم‌کننده‌های رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا رقم سان‌رایز آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقات هنرستان کشاورزی ارومیه در سال ۱۳۹۴ به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل کم‌آبی در سه سطح (تنش شدید: آبیاری بعد از ۱۲۰میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A، تنش ملایم: آبیاری بعد از ۹۰میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A، و شاهد: آبیاری بعد از ۶۰میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) به عنوان فاکتور اصلی و تیمار محرک رشد در پنج سطح (شاهد، پرایمینگ با آب مقطر، پرایمینگ با سالسیلیک اسید، محلول‌پاشی با سالسیلیک اسید، پرایمینگ و محلول‌پاشی با سالسیلیک اسید) به عنوان فاکتور فرعی بودند. نتایج تجزیه واریانس بین صفات نشان داد که کم‌آبی و محرک رشد تأثیر معنی‌داری بر صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن۱۰۰دانه و ارتفاع بوته داشت. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین (۳۳۶۲کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۱۸۶۴کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه به ترتیب از تیمار آبیاری مطلوب و تنش خشکی شدید به‌دست آمد. تنش خشکی شدید در مقایسه با آبیاری مطلوب عملکرد بیولوژیک و وزن۱۰۰دانه را به ترتیب به میزان ۲۵ و ۳۴درصد کاهش داد. محلول‌پاشی و پرایمینگ با اسید سالسیلیک در مقایسه با تیمار شاهد (بدون پرایمینگ) عملکرد دانه و وزن۱۰۰دانه را به ترتیب به میزان ۵۰ و ۷۰درصد افزایش داد. تعداد غلاف در بوته نیز در شرایط آبیاری مطلوب در مقایسه با تنش خشکی شدید حدود ۲۵درصد و در شرایط محلول‌پاشی و پرایمینگ با اسید سالسیلیک در مقایسه با تیمار شاهد (بدون پرایمینگ) حدود ۳۵درصد افزایش یافت. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق، آبیاری بر اساس ۶۰میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و محلول‌پاشی و پرایمینگ با اسید سالسیلیک از طریق افزایش اجزای عملکرد دانه باعث افزایش عملکرد دانه لوبیا گردید.

کلمات کلیدی: پرایمینگ، سالسیلیک اسید، کم‌آبی، لوبیا، محلول‌پاشی

مقدمه

حبوبات از جمله محصولاتی هستند که ارزش غذایی زیادی داشته و یکی از مهم‌ترین منابع غنی از پروتئین گیاهی هستند. رشد جمعیت در دو دهه اخیر باعث شده است تا مصرف مواد پروتئینی به ویژه گوشت قرمز افزایش چشمگیری یابد. بر این اساس افزایش تولید حبوبات به عنوان مکمل منابع پروتئینی در برنامه توسعه اقتصادی کشور مورد توجه قرار گرفته است. دانه حبوبات با داشتن ۱۸ تا ۳۲درصد پروتئین، نقش مهمی در رژیم غذایی مردم دارد (Majnoon Hoseini, 2009). بر اساس آمار فائو، آسیا بزرگ‌ترین تولید کنندۀ حبوبات در جهان است و سطح زیرکشت، میزان تولید و عملکرد لوبیا در جهان به ترتیب ۳۰/۶۱میلیون هکتار، ۲۶/۵۲میلیون تن و ۸۶۶کیلوگرم در هکتار و سطح زیرکشت، میزان تولید و عملکرد لوبیا در ایران به ترتیب ۱۰۹۲۴۹هکتار، ۲۰۴۱۹۲تن و ۱۸۶۹کیلوگرم در هکتار می‌باشد (FAO, 2014). لوبیا و به طور کلی حبوبات بعد از گندم و برنج از جمله مهم‌ترین محصولات کشاورزی هستند که به مصرف تغذیه انسان می‌رسند (Kocheki & Banayan Aval, 1995). مؤثرترین عامل در افزایش تولید باتوجه به محدودیت اراضی، انجام تحقیقات در زمینه به‌زراعی و به‌نژادی این گیاه

*نویسنده مسئول: gholinezhad1358@yahoo.com

است تا با انتخاب و معرفی ارقام با عملکرد بالا و خواص کمی و کیفی مطلوب بتوان تولید را در واحد سطح افزایش داد (Kocheki & Banayan Aval, 1995). به گزارش پژوهشگران، کم‌آبی تأثیرات بسیار نامطلوبی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا می‌گذارد (Rosales-Serena *et al*., 2002). اعمال تنش خشکی در مرحله رویشی و زایشی باعث کاهش معنادار عملکرد دانه لوبیا شد، در حالی که مصرف اسید سالیسیلیک موجب بهبود رشد و عملکرد دانه لوبیا گردید (Sepehri *et al*., 2016). دور آبیاری ۱۰ و ۱۴روز سبب کاهش عملکرد دانه لوبیاقرمز به ترتیب ۳۱ و ۹۲درصد نسبت به تیمار بدون تنش (آبیاری ۷ روزه) شد (Agha Alikhani *et al*., 2002). ایجاد مقاومت به تنش خشکی در گیاه به عنوان بخشی از راهکار تلفیقی، عمده‌ترین و اقتصادی‌ترین روش برای کاهش اثرات تنش می‌باشد. یکی از ترکیباتی که در ایجاد تحمل و مقاومت در برابر تنش خشکی در گیاهان مؤثر است، ترکیب شبه‌هورمونی سالیسیلیک‌اسید (Salicylic acid) می باشد. سالیسیلیک‌اسید یک ترکیب فنلی گیاهی است که به عنوان یک هورمون گیاهی و تنظیم‌کننده رشد گیاهی شناخته شده است و نقش آن در ارتباط با مکانیسم‌های دفاعی در برابر عوامل استرس‌زای زیستی و غیرزیستی، به خوبی مشخص شده است. این ماده در کاهش آسیب‌های اکسایشی ناشی از تنش در گیاهان و توسعه مکانسیم‌های ضداکسایشی و ضدتنشی در گیاهان، نقش مؤثری دارد، به صورتی که سالیسیلیک‌اسید باعث افزایش مقاومت گیاه در برابرآسیب‌های ناشی از تنش خشکی می‌شود و رشد و توسعه گیاه را در این شرایط بهبود می‌بخشد (Hayat & Ahmad, 2007). یکی از تکنیک‌های ساده‌ای که قدرت و استقرار گیاهچه‌ها و در نتیجه کارآیی گیاه را در مزارع بهبود می‌بخشد پرایمینگ بذر می‌باشد (Mohammadi & Amiri, 2010). بذور پرایم‌شده پس از قرارگرفتن در بستر خود زودتر جوانه زده و در طی زمان کوتاه تری سیستم ریشه‌ای خود را گسترش داده و با جذب مطلوب‌تر آب و مواد غذایی و تولید بخش‌های سبز فتوسنتزکننده به مرحله اتوتروفی می‌رسند. تحقق چنین شرایطی به لحاظ زیستی و اکولوژیکی موقعیت ویژه‌ای را به گیاهان حاصل از بذور پرایم‌شده می‌دهد (Duman, 2006). گزارش‌هایی وجود دارد مبنی بر این‌که پرایم‌کردن بذر با سالسیلیک اسید ممکن است در دامنه‌ای از فرآیندهای مختلف در گیاهان نظیر جوانه‌زنی بذرها (El-Tayeb, 2005; Pakmehr, 2009; Shakirova & Sahabutdinova, 2003)، سبزکردن (Miar Sadegi *et al*., 2011)، تبادل و انتقال یون‌ها (Harper & Balke, 1981)، فتوسنتز و سرعت رشد (Khan *et al*., 2003) اثر داشته باشد. محققان در بررسی اثر پرایمینگ بذر با سالسیلیک اسید روی برخی صفات لوبیا چشم‌بلبلی تحت تنش کم‌آبی اعلام کردند که بیشترین افزایش در اکثر صفات در گیاهان حاصل از بذرهای پرایم‌شده با غلظت ۲۷۰۰میکرومولار سالسیلیک اسید به‌دست آمد (Pakmehr *et al*., 2014). نتایج آزمایشی نشان داد که تکنیک کم‌هزینه پریمینگ با اوره در شرایط مزرعه سبب افزایش عملکرد دانه باقلا می‌گردد (Zarshin Zenosh *et al*., 2015). محققان دیگری نیز در تأثیر پرایمینگ بذر در مزرعه و آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم نخود اظهار داشتند که پرایم‌کردن بذر سبب افزایش عملکرد دانه به میزان ۱۳/۵درصد شد. پرایمینگ بذر با غلظت‌های بهینه هورمون‌های رشد گیاهی به طور مؤثری موجب افزایش جوانه‌زنی، رشد و عملکرد محصول در گونه‌های گیاهی در هر دو شرایط تنش و نرمال گردیده است (Lee *et al*., 1998). نتایج نشان داده است که اعمال تنش کمبود آب (اعمال تنش از شروع گلدهی تا ۵۰درصد گلدهی و اعمال تنش در مرحله شروع تشکیل نیام تا تشکیل ۵۰درصد نیام‌ها) باعث کاهش عملکرد در مقایسه با گیاهان شرایط غیرتنش (آبیاری منظم) در گیاه لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) گردید و کاربرد اسید سالیسیلیک در سطوح ۴۵۰میکرومولار باعث افزایش عملکرد دانه، شاخص برداشت، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن۱۰۰دانه نسبت به تیمار شاهد گردید (Azhdar Afshari *et al*., 2016). با توجه به تولید رادیکال‌های آزاد تحت تنش خشکی و توانایی اکسایشی آن‌ها توسط بعضی مواد شبه هورمونی مانند سالسیلیک اسید، بررسی مکانسیم و اثرات این مواد تحت تنش خشکی در حبوبات و به‌خصوص در لوبیا امری ضروری است. لذا این پژوهش با هدف بررسی تأثیر محلول‌پاشی و پرایمینگ بذر لوبیا با سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا معمولی در شرایط تنش کم‌آبی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر پرایمینگ بذر با سالسیسیلیک-اسید و آب مقطر و محلول‌پاشی گیاه با سالیسیلیک اسید بر عملکرد، اجزای عملکرد لوبیا در شرایط تنش کم‌آبی آزمایشی در سال۱۳۹۴ در مزرعه پژوهشی هنرستان کشاورزی، به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در سه شرایط جداگانه (تنش خشکی شدید، تنش خشکی خفیف و آبیاری نرمال) اجرا شد. طول جغرافیایی محل آزمایش ۴۵درجه و۲دقیقه و عرض جغرافیایی

آن ۳۷درجه و ۳۲دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۳۲متر می باشد. براساس آمار هواشناسی منطقه با داشتن ۱۵۰ تا ۱۸۰روز خشک، زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های گرم و خشک جزء رژیم رطوبتی خشک و نیمه‌خشک محسوب می شود. میانگین ماهانه تبخیر و رطوبت نسبی منطقه در طول رشد لوبیا به ترتیب حدود ۲۴۰میلی‌متر و ۴۷درصد بوده است. به منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل تحقیق، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه توسط اوگر به صورت تصادفی چند نمونه برداشت و پس از مخلوط کردن مورد تجزیه قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. تنش بدین صورت اعمال شد که آزمایش اول در حالت نرمال آبیاری پس از ۶۰میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاسA، در آزمایش دوم تنش متوسط آبیاری بعد از ۹۰میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاسA و در آزمایش سوم حالت تنش شدید آبیاری بعد از ۱۲۰میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاسA انجام گرفت. هر تکرار شامل پنج کرت آزمایشی بود، به صورتی که در داخل هر تکرار تیمار اول تیمار شاهد (کشت بذور معمولی)؛ تیمار دوم بذرهای پرایم‌شده لوبیا با آب مقطر، به صورتی که بذور ۱۲ساعت در داخل آب مقطر در دمای اتاق پرایم شدند (El-Tayeb, 2005)؛ تیمار سوم بذرهای پرایم‌شده با سالیسیلیک‌اسید، به صورتی که بذرها به مدت ۱۲ساعت در محلول ۰/۵میکرومول سالیسیلیک‌اسید در دمای اتاق قرار گرفتند (El-Tayeb, 2005)؛ تیمار چهارم محلول‌پاشی گیاهان با محلول ۱میکرومول سالیسیلیک‌اسید در سطح مزرعه زمانی که ۵۰درصد تولید غلاف کرده بودند و تیمار پنجم تیمار ترکیبی پرایم‌کردن بذرها قبل ازکاشت (بذرها به مدت ۱۲ساعت در محلول ۰/۵میکرومول سالیسیلیک‌اسید در دمای ۲۵درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند) به همراه محلول‌پاشی گیاهان این کرت با محلول ۱میکرومول سالیسیلیک‌اسید در مرحله ۵۰درصد غلاف‌دهی بود (Azhdar Afshari *et al.*, 2016). هر کرت آزمایشی شامل شِش خط کاشت به طول دو متر و با فاصله ردیف ۵۰سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۱۵سانتی‌متر بود. بعد از کاشت آبیاری کل تیمارها یکسان صورت گرفت و تیمارهای آبیاری بعد از استقرار بوته‌ها (مرحله ۲-۴ برگی به بعد) اعمال شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Physical and chemical properties of site soil

عمق خاک (سانتی‌متر) Sampling depth (cm)	بافت خاک Soil texture	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	اسیدیته pH	درصد مواد خنثی شونده C.C.E	رطوبت اشباع Saturation moisture (%)	آهک Lime (%)	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)	کربن آلی Organic Carbon (%)	نیتروژن Nitrogen (%)	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم) Phosphorus ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم) Potassium ($mg\ kg^{-1}$)
0-30	Loam- clay loam	0.70	7.38	21.6	28	–	36	28	26	1.08	0.10	5.18	226

برای اندازه‌گیری صفات موردنظر از هر کرت بعد از حذف اثر حاشیه، تعداد ۱۰بوته به طور تصادفی انتخاب و صفاتی مانند تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، و ارتفاع بوته اندازه‌گیری شدند. به منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در مرحله رسیدگی اقدام به برداشت بوته‌های میانی خطوط از هرکرت شد. به منظور اندازه‌گیری وزن۱۰۰دانه تعداد چهار نمونه ۱۰۰تایی دانه به صورت تصادفی شمارش و وزن۱۰۰دانه تعیین شد. جهت اندازه‌گیری شاخص برداشت از رابطه (۱) استفاده شد.

رابطه ۱ $$HI = \frac{Grain\ Yield}{Biological\ Yield} \times 100$$

که در رابطه بالا HI شاخص برداشت، صورت کسر عملکرد دانه و مخرج آن عملکرد بیولوژیک می‌باشد.

برای داده‌هایی که از طریق شمارش به‌دست آمده بودند (مانند تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در هر بوته) تبدیل جذری اعمال شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS، MSTATC و رسم نمودارها با استفاده از Excel انجام و مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون توکی در سطح ۵درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

با توجه به نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه (جدول ۲) مشاهده گردید که اثر تیمارهای مختلف خشکی و محرک‌های رشد بر ارتفاع بوته لوبیا معنی‌دار بود. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۴۷/۵ سانتی‌متر) مربوط به تیمار بدون تنش خشکی بود و کمترین مقدار (۳۲/۲ سانتی‌متر) را تیمار تنش شدید به خود اختصاص داد (جدول ۳). از لحاظ تیمارهای محرک رشد نیز مشاهده

گردید که بیشترین ارتفاع بوته (۵۱/۸ سانتی‌متر) مربوط به تیمار محلول‌پاشی و پرایمینگ با اسید سالسیلیک بود که اختلاف آماری معنی‌داری با تیمار محلول‌پاشی با سالسیلیک اسید نداشت و هردو در یک گروه آماری قرار گرفتند و همچنین کمترین ارتفاع بوته (۲۴ سانتی‌متر) نیز مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۴). اثر مثبت سالیسیلیک اسید بر فتوسنتز و رشد گیاه، تحت شرایط تنش و کاهش خسارات ناشی از تنش‌های شوری و خشکی و تسریع در رشد مجدد پس از رفع تنش نیز در گیاهان گندم تیمار شده با سالیسیلیک اسید گزارش گردید (Shakirova & Sahabutdinova, 2003). اصولاً تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع گیاه، کاهش سطح برگ، میزان کلروفیل و در مجموع رشد کلی گیاه می گردد (Zhu, 2002). محققان دیگری نیز نشان دادند که کمبود آب باعث کاهش ارتفاع گیاه در لوبیا گردید (Sabzi *et al.*, 2017) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. افزایش ارتفاع بوته با کاربرد سالیسیلک اسید را می‌توان به تأثیر مثبت سالیسیلک اسید در افزایش تقسیم سلولی در مریستم انتهایی ساقه و ریشه نسبت داد (Amira *et al.*, 2007; Washem, 2006).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای کم‌آبی و تنظیم‌کننده‌های رشد بر برخی صفات لوبیا

Table 2. Results of variance analysis of drought stress and growth regulators effect on some traits of bean

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد غلاف در بوته Pod per plant	تعداد دانه در غلاف Seed per pod	وزن۱۰۰دانه 100 seeds weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
		میانگین مربعات (Mean Squares)						
بلوک (Block)	2	90.02	0.19	0.19	24.34	142632.04	604560.14	18.90
کم‌آبی (Water deficit)	2	882.30**	6.41 **	1.91**	514.89**	8604479.60**	17602570.38**	412.37**
خطای اصلی (Error a)	4	15.34	0.03	0.39	8.93	57562.38	81382.29	12.88
تنظیم‌کننده رشد (Growth regulators)	4	1247.64**	4.74 **	1.66**	1303.23**	5075706.12**	19408347.90**	114.08**
تنش کم‌آبی × تنظیم‌کننده رشد Drought stress × Growth regulators	8	53.12 ns	0.15 ns	0.26 ns	17.11 ns	36452.36 ns	125610.43 ns	2.83 ns
خطای فرعی (Error b)	24	31.89	0.07	0.07	11.70	77199.84	178777.3	18.56
ضریب تغییرات %(CV)	-	14.19	5.96	10.04	11.50	10.37	5.69	12.21

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، ۵٪ و غیرمعنی‌دار

**, * and ns: significant at 1%, 5% and non-significant probability levels, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثر کم‌آبی بر صفات مورد مطالعه

Table 3. Means comparisons of water deficit effect on studied traits

تیمار treatment	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد غلاف در بوته Pod per plant	تعداد دانه در غلاف Seed per pod	وزن۱۰۰دانه 100 seeds weight (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)
کم‌آبی Irrigation							
آبیاری مطلوب Optimum irrigation	47.5 a	5.22 a	2.97 a	35.24 a	3362 a	8401 a	39.6 a
تنش ملایم خشکی Moderate drought stress	39.6 b	4.33 b	2.71 ab	30.36 b	2807 b	7599 b	36.6 a
تنش شدید خشکی Severe drought stress	32.22 c	3.94 c	2.47 b	23.57 c	1864 c	6257 c	29.4 b

حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد بر طبق آزمون توکی است.

The common letters indicate non-significant at 5% level of probability based on Tukey’s test.

تعداد غلاف در بوته

با توجه به نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه (جدول ۲) مشاهده گردید که اثر تیمارهای مختلف خشکی و محرک‌های رشد بر تعداد غلاف در بوته لوبیا معنی‌دار بود. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته (۵/۲۲ عدد) مربوط به تیمار بدون تنش خشکی بود و کمترین مقدار (۳/۹۴ عدد) را تیمار تنش شدید به خود اختصاص داد (جدول ۳). به هنگام کمبود آب، تعداد زیادی از گل‌هایی که توانایی تبدیل‌شدن به غلاف را داشتند، از بین رفته و تعداد غلاف در بوته کاهش یافته است. سایر محققان نیز کاهش تعداد غلاف در بوته تحت شرایط تنش خشکی را ناشی از ریزش اندام‌های زایشی مثل گل‌ها و نیام‌ها دانستند (Boutraa & Sanders, 2001; Mohammadzadeh *et al*., 2013). تنش رطوبتی اعمال‌شده بر گیاه لوبیا در مراحل مختلف رشد موجب کاهش تعداد غلاف در بوته شد (Bayat, 2008). از لحاظ تیمارهای محرک رشد نیز مشاهده گردید که بیشترین تعداد غلاف در بوته (۵/۵۳ عدد) مربوط به تیمار محلول‌پاشی و پرایمینگ با اسید سالسیلیک بود و کمترین تعداد غلاف در بوته (۳/۶۴ عدد) نیز مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۴). محلول‌پاشی لوبیا با سالیسیلیک‌اسید موجب افزایش ۴۸/۸درصدی تعداد غلاف در بوته شد (Amira *et al*., 2007). سایر محققان نیز افزایش تعداد غلاف در بوته را با محلول‌پاشی سالیسیلیک در لوبیا اعلام کردند (Sepehri *et al*., 2015; Azhdar A*fshari* et al., 2016). به نظر می‌رسد کاربرد سالیسیلیک اسید زمینه لازم برای رشد بهتر ریشه و جذب آب با کارآیی بیشتر را فراهم کرده است و اندام‌های هوایی در مرحله رشد رویشی به نحو مطلوب افزایش یافته و گیاه توانسته است تعداد واحدهای زایشی بیشتری را تولید نماید. این نتایج با نتایج سایر محققان مطابقت داشت (Rajabi *et al*., 2013).

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های اثر محرک‌های رشد بر صفات مورد مطالعه

Table 4. Means comparisons of growth regulators effect on studied traits

تیمار treatment	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد غلاف در بوته Pod per plant	تعداد دانه در غلاف Seed per pod	وزن۱۰۰دانه 100 seeds weight (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)	عملکرد بیولوژیک Biological yield kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)
محرک‌های رشد Growth regulator							
شاهد Control	24 [c]	3.64 [d]	2.37 [b]	13 [e]	1835 [d]	5313 [d]	33.99 [b]
پرایمینگ با آب Priming with water	32 [bc]	4.13 [c]	2.75 [ab]	23 [d]	2165 [cd]	6678 [c]	32.08 [b]
پرایمینگ با سالیسیلیک اسید Priming with Salicylic acid	39 [b]	4.31 [c]	2.95 [a]	30 [c]	2522 [c]	7625 [b]	32.57 [b]
محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید Spraying with Salicylic acid	51 [a]	4.87 [b]	2.71 [ab]	43 [a]	3192 [b]	8504 [a]	37.12 [ab]
پرایمینگ و محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید Priming and spraying with Salicylic acid	51.8 [a]	5.53 [a]	2.8 [a]	37 [b]	3675 [a]	8976 [a]	40.57 [a]

حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد بر طبق آزمون توکی است.

The common letters indicate non-significant at 5% level of probability based on Tukey’s test.

تعداد دانه در غلاف

با توجه به نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه (جدول ۲) مشاهده گردید که اثر تیمارهای مختلف خشکی و محرک‌های رشد بر تعداد دانه در غلاف لوبیا معنی‌دار بود. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین تعداد دانه در غلاف (۲/۹۷ عدد) مربوط به تیمار بدون تنش خشکی بود و کمترین مقدار (۲/۴۷ عدد) را تیمار تنش شدید به خود اختصاص داد (جدول ۳). سایر محققان نیز نشان دادند تنش کم‌آبی تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، وزن۱۰۰دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت را در لوبیا کاهش داد (Soheili Movahed *et al*., 2017). از لحاظ تیمارهای محرک رشد نیز مشاهده گردید که بیشترین تعداد دانه در غلاف (۲/۸۰ عدد) مربوط به تیمار پرایمینگ با سالسیلیک اسید بود که اختلاف آماری معنی‌داری با

تیمارمحلول‌پاشی و پرایمینگ با اسید سالسیلیک نداشت و کمترین تعداد دانه در غلاف (۲/۳۷ عدد) نیز مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۴). محققان گزارش کردند که افزایش غلظت سالیسیلیک اسید باعث افزایش تعداد دانه در گیاه عدس شد (Mohammadi *et al*., 2010). وزن و تعداد دانه در گیاهان نخود اسپری‌شده با غلظت ۰/۷میلی مولار سالیسیلیک اسید به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت (Madah *et al*., 2007). سایر محققان نیز نشان دادند که اعمال تنش کم‌آبی باعث کاهش تعداد دانه در غلاف در گیاه لوبیاقرمز شد، در حالی که با کاربرد محلول پاشی سالیسیلیک اسید این صفت افزایش معنی‌داری پیدا کرد (Sepehri *et al*., 2016). سایر پژوهشگران نیز بیان داشتند که تنش کم‌آبی باعث کاهش تعداد غلاف و تعداد دانه در غلاف به ترتیب به میزان ۴۳ و ۴۴درصد و همچنین کاهش ۴۳درصدی عملکرد دانه شد (Sio-Se Mardeh *et al*., 2014) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. همچنین سالیسیلیک‌اسید موجب بهبود انتقال مواد فتوسنتزی به سمت مقصدهای فیزیولوژیک (دانه) می‌شود (Fariduddin *et al*., 2003). محققان گزارش کردند که محدودیت آب در گیاه نخود، باعث افزایش سقط دانه‌ها شد (Behboudian, 2001). حبوبات از نظر تولید گل، میوه و بذر دارای ظرفیت بالایی هستند که فقط بخش کوچکی از آنها به دانه تبدیل می‌شوند و یکی از دلایل اصلی عملکرد کم حبوبات کمبود مخزن است که عمدتاً به ریزش گل و میوه مربوط می شود (Parsa & Bagheri, 2008). افزایش تعداد دانه در غلاف در شرایط آبیاری مطلوب را می‌توان به تعداد غلاف بیشتر و رشد بهتر بوته‌ها نسبت داد، لذا هرچه تعداد دانه در غلاف بیشتر باشد گیاه دارای مخزن بزرگ‌تر و بیشتری برای دریافت مواد فتوسنتزی بوده و افزایش این صفت باعث افزایش عملکرد دانه خواهد شد (Rezaei Chiyaneh & Pirzad, 2014). محلول‌پاشی با اسید سالسیلیک از طریق افزایش فتوسنتز در برگ‌ها و در نتیجه ذخیره مواد فتوسنتزی در دانه، از کاهش تعداد و وزن دانه‌ها جلوگیری می‌کند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (Eraslan *et al*., 2007).

وزن۱۰۰دانه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه (جدول ۲) مشاهده گردید که اثر تیمارهای مختلف خشکی و محرک‌های رشد بر وزن۱۰۰دانه لوبیا معنی‌دار بود. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین وزن۱۰۰دانه (۳۵/۲۴ گرم) مربوط به تیمار بدون تنش خشکی بود و کمترین مقدار (۲۳/۵۷ گرم) را تیمار تنش شدید به خود اختصاص داد (جدول ۳). از لحاظ تیمارهای محرک رشد نیز مشاهده گردید که بیشترین وزن۱۰۰دانه (۴۳ گرم) مربوط به تیمار محلول پاشی با اسید سالسیلیک بود و کمترین وزن۱۰۰دانه (۱۳ گرم) نیز مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۴). سایر محققان نیز بیان داشتند که تنش خشکی موجب کاهش وزن۱۰۰دانه لوبیا می‌شود (Emadi *et al*., 2012). در گندم تنش رطوبتی موجب کاهش معنی‌دار وزن دانه شد، ولی محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید سبب افزایش وزن این صفت گردید (Sepehri *et al*., 2016). افزایش ماده خشک تولیدی تحت تنش خشکی احتمالاً با ایجاد پاسخ‌های ضداکسیدانی که گیاه را از آسیب محافظت می‌کند، ارتباط دارد (Singh & Usha, 2003). افزایش وزن۱۰۰دانه یکی از معیارهای افزایش عملکرد و به دنبال آن افزایش شاخص برداشت است. مصرف سالیسیلیک- اسید در گیاه ذرت و سویا با افزایش رشد و عملکرد به خصوص عملکرد زایشی و عملکرد دانه موجب افزایش معنی‌دار عملکرد و به تبع آن شاخص برداشت هم شد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد (Abdel-Wahed *et al*., 2006). کاهش وزن۱۰۰۰دانه با افزایش تنش خشکی به دلیل کمتر بودن کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای قبل از مرحله گرده‌افشانی در اندام- های رویشی، کاهش دوام سطح برگ و کاهش طول دوره پرشدن دانه بود که باعث کاهش وزن۱۰۰۰دانه در تیمار تنش خشکی گردید. همچنین از دیگر دلایل کاهش وزن۱۰۰۰دانه با افزایش شدت تنش خشکی، کاهش جذب آب و املاح و کاهش ساخت و انتقال مواد فتوسنتزی و شیره پرورده به دانه‌ها بود (Gholinezhad *et al*., 2009). مصرف سالیسیلیک‌اسید سبب افزایش فتوسنتز برگ و جریان مواد پرورده گیاه و تأمین مواد پرورده برای پرکردن دانه‌ها می‌گردد که متعاقب آن وزن۱۰۰دانه افزایش می‌یابد (Hayat & Ahmad, 2007).

عملکرد دانه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه (جدول ۲) مشاهده شد که اثر تیمارهای مختلف خشکی و محرک‌های رشد بر عملکرد دانه لوبیا معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۳۳۶۲کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار بدون تنش خشکی بود و کمترین مقدار (۱۸۶۴کیلوگرم در هکتار) را تیمار تنش شدید به خود اختصاص داد (جدول ۳). از لحاظ تیمارهای محرک رشد نیز مشاهده گردید که بیشترین عملکرد دانه (۳۶۷۵کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار محلول‌پاشی و پرایمینگ با اسید سالسیلیک بود و کمترین عملکرد دانه (۱۸۳۵کیلوگرم در هکتار) نیز مربوط به تیمار شاهد (بدون

پرایمینگ) بود (جدول ۴). محققان با بررسی تأثیر کم‌آبیاری بر خصوصیات کمی و کیفی بذر دو توده بومی گیاه کوشیا بیان داشتند که خشکی تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته و عملکرد گیاه دارد و باعث کاهش ارتفاع بوته می‌گردد (Soleimani *et al.*, 2009) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. سایر پژوهشگران نیز اظهار داشتند که سرعت فتوسنتز، محتوای کلروفیل و عملکرد دانه در بذور لوبیا پرایم‌شده با اسید سالیسیلیک در مقایسه با بذور پرایم‌نشده افزایش یافت (Shekari *et al.*, 2011). بذور پرایم‌شده با دز ۲۷۰۰میکرومولار اسید سالیسیلیک محتوای آب نسبی بیشتری به خود اختصاص دادند که این امر محافظت علیه تنش خشکی را بهبود می بخشد و با افزایش محتوای کلروفیل، سرعت فتوسنتز افزایش یافت. بنابراین بذور پرایم‌شده با دز ۲۷۰۰میکرومولار اسید سالیسیلیک بیشترین عملکرد دانه را داشتند (Pakmehr *et al.*, 2014). محلول‌پاشی با سالیسیلیک‌اسید موجب افزایش عملکرد و تولید دانه ذرت در شرایط تنش خشکی شد (Mehrabian Moghaddam *et al.*, 2012). تیمار بذور و گیاه با سالیسیلیک اسید موجب پاسخ حفاظتی در برابر تنش خشکی با افزایش پاسخ‌های آنتی اکسیدانی می‌شود و ضمناً کاهش در تعرق و افزایش فتوسنتز را به دنبال دارد و در نهایت موجب افزایش کارآیی مصرف آب می‌شود (Senaratna *et al.*, 2003; Singh, 2003). سایر محققان نیز اظهار داشتند با افزایش تنش خشکی عملکرد دانه لوبیا کاهش معنی‌داری یافت. تنش خشکی احتمالاً با کاهش فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی باعث کاهش انتقال مواد به دانه و در نهایت کاهش عملکرد دانه شده است (Zadeh Bagheri *et al.*, 2015; Sadat Rasti Sani *et al.*, 2014). علت کاهش عملکرد دانه با افزایش تنش کم‌آبی به دلیل کاهش فتوسنتز، تولید مواد فتوسنتزی و کاهش انتقال مواد به دانه بوده است. همچنین گزارش‌هایی وجود دارد مبنی بر اینکه پرایم‌کردن بذر با سالسیلیک اسید ممکن است در دامنه‌ای از فرآیندهای مختلف در گیاهان نظیر جوانه‌زنی بذرها (El-Tayeb, 2005; Pakmehr, 2009; Shakirova & Sahabutdinova, 2003)، سبزکردن (Miar Sadegi *et al.*, 2011)، تبادل و انتقال یون‌ها (Harper & Balke, 1981)، فتوسنتز و سرعت رشد (Khan *et al.*, 2003) اثر داشته باشد که برآیند آنها باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود. از طرفی سالسیلیک اسید سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های کربنیک آنیدراز و نیترات ردوکتاز می‌شود. آنزیم کربونیک آنیدراز واکنش تبدیل بی‌کربنات به دی اکسید کربن و آب را کاتالیز می‌کند و مقادیر کافی دی اکسید کربن در اختیار روبیسکو قرار می‌دهد و باعث بهبود رشد و عملکرد دانه گیاه می‌شود (Fariduddin *et al.*, 2003).

عملکرد بیولوژیک

با توجه به نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه (جدول ۲) مشاهده شد که اثر تیمارهای مختلف خشکی و محرک‌های رشد بر عملکرد بیولوژیک لوبیا معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌های کم‌آبی نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک (۸۴۰۱کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار بدون تنش خشکی بود و کمترین مقدار (۶۲۵۷کیلوگرم در هکتار) را تیمار تنش شدید به خود اختصاص داد (جدول ۳). از لحاظ تیمارهای محرک رشد نیز مشاهده شد که بیشترین عملکرد بیولوژیک (۸۹۷۶کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار محلول پاشی و پرایمینگ با اسید سالیسیلیک بود که اختلاف معنی-داری با تیمار محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید نداشت و هر دو در یک گروه آماری قرار گرفتند و همچنین کمترین عملکرد بیولوژیک (۵۳۱۳کیلوگرم در هکتار) نیز مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۴). یافته‌های ما در این تحقیق با نتایج سایر محققان (Zabet & Hoseinzadeh, 2011) مطابقت دارد که گزارش کردند کاهش ارتفاع گیاه دلیلی است بر این‌که تنش کم‌آبی باعث کاهش تقسیمات سلولی گردیده و رشد رویشی گیاه کاهش داده شده، لذا عملکرد بیولوژیکی گیاه کاهش پیدا نموده است. سایر محققان نیز نشان دادند که با افزایش تنش کم‌آبی، عملکرد بیولوژیک لوبیا کاهش معنی‌داری یافت (Soheili Movahed *et al.*, 2017). اسید سالیسیلیک بر طبق تحقیقات سایر محققان (Mehrabian Moghaddam *et al.*, 2012) هم تأثیرات مثبتی روی عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت گیاهان زراعی داشته است. همچنین این اسید باعث طویل‌شدن سلول‌ها و تقسیم سلولی می‌شود که این کار با همکاری سایر تنظیم‌کننده‌ها از جمله اکسین انجام می-شود و گسترش، تقسیم و مرگ سلولی را تنظیم می‌کند، یعنی در واقع بین رشد و پیری تعادل ایجاد می‌نماید (Noreen *et al.*, 2010). محققان دیگری نیز به اثر محافظتی اسید سالسیلیک در برابر تنش خشکی در گیاه لوبیا اشاره کرده‌اند (Pakmehr *et al.*, 2014). این ماده در کاهش آسیب‌های اکسایشی ناشی از تنش در گیاهان و توسعه مکانسیم‌های ضداکسایشی و ضدتنشی در گیاهان، نقش مؤثری دارد. به صورتی که سالیسیلیک‌اسید باعث افزایش مقاومت گیاه در برابرآسیب‌های ناشی از تنش خشکی می‌شود و رشد و توسعه گیاه را در این شرایط بهبود می‌بخشد (Hayat & Ahmad, 2007). سایر محققان افزایش عملکرد بیولوژیک در اثر محلول

پاشی سالیسیلیک اسید را به افزایش ایجادشده در میزان فتوسنتز خالص، بازده کربوکسیلاسیون روبیسکو و فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی نسبت داده‌اند (Fariduddin *et al*., 2003).

شاخص برداشت

با توجه به نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه (جدول ۲) مشاهده گردید که اثر تیمارهای مختلف خشکی و محرک‌های رشد بر شاخص برداشت لوبیا معنی‌دار بود. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین شاخص برداشت (۳۹/۶درصد) مربوط به تیمار بدون تنش خشکی بود و کمترین مقدار (۲۹/۴درصد) را تیمار تنش شدید به خود اختصاص داد (جدول ۳). از لحاظ تیمارهای محرک رشد نیز مشاهده گردید که بیشترین شاخص برداشت (۴۰/۵۷درصد) مربوط به تیمار محلول‌پاشی و پرایمینگ با اسید سالسیلیک بود و کمترین شاخص برداشت (۳۲/۰۸درصد) نیز مربوط به تیمار پرایمینگ با آب مقطر بود (جدول ۴). سایر پژوهشگران در بررسی تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دو ژنوتیپ لوبیاقرمز نشان دادند که تنش خشکی به طور معنی‌داری سبب کاهش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن۱۰۰دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و ارتفاع بوته گردید (Mohammadzadeh *et al*., 2013) که با نتایج این تحقیق در یک راستا می‌باشد. به نظر می رسد سالیسیلیک اسید تأثیر مثبت بیشتری بر بهبود عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک داشته است و این عامل باعث شده شاخص برداشت در این تحقیق افزایش یابد. یافته‌های ما با گزارش سایر محققان در مورد افزایش شاخص برداشت تحت تأثیر سالیسیلیک اسید هم سو می‌باشد (Kumar, 2000; Sepehri *et al*., 2016).

نتیجه‌گیری

اعمال تنش کم‌آبی در گیاه لوبیا رقم سان‌رایز باعث کاهش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد دانه شد. کاربرد محرک رشد هورمون سالیسیلیک اسید هم به صورت پرایمینگ بذر و محلول‌پاشی برگی با ایجاد شرایط مناسب از طریق افزایش ارتفاع بوته، و افزایش اجزای عملکرد مانند تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن۱۰۰دانه باعث افزایش عملکرد دانه گیاه لوبیا در هر سه شرایط آبیاری کامل، تنش ملایم و تنش شدید خشکی شد. به نظر می‌رسد گیاه لوبیا به آبیاری با تاخیر بیش از ۶۰میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاسA واکنش منفی نشان داده و افت عملکرد داشته باشد. همچنین کاربرد پرایمینگ بذر و محلول‌پاشی برگی با سالیسیلیک اسید می‌تواند هم در شرایط تنش و بدون تنش آبی موجب افزایش عملکرد دانه گردد.

منابع

1. Abdel-Wahed, M.S.A., Amin, A.A., and Rashed, M. 2006. Physiological effect of some chemical constituents of yellow maize plants. World Journal Agricultural Sciences 2(2): 149-155.
2. Agha Alikhani, M., Tahmasebi Sarvestani, Z., and Ghafari Khaligh, H. 2002. The effect of water deficit stress on yield and yield components of three genotypes of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). (Abstract). In: Abstract Book of the 7rd Iranian Crop Science Congress. August 2002. Karaj Seed and Plant Improvement Institute. p. 541. (In Persian).
3. Amira, M., Hegazi, D., Amal, M., and El-Shraiy, E. 2007. Impact of salicylic acid and paclobutrazol exogenous application on the growth, yield and nodule formation of common Bean. Basic and Applied Sciences 1(4): 834-840.
4. Azhdar Afshari, M., Shekari, F., Afsahi, K., and Azimkhani, R. 2016. The effect of leaf application of Salicylic acid on dry weight, index harvest, yield and yield components of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under water deficit stress. Environmental Stress in Crop Science 9(1): 51-58. (In Persian).
5. Bayat, A.A. 2008. The effect of moisture stress on yield and yield components of new cultivars Bean in Khomein. MSc. Thesis Faculty of Agriculture, Hamadan University. (In Persian).
6. Behboudian, M.H.M, Turner, N.C., and Palta, J.A. 2001. Reactions of chickpea to water stress: yield and seed composition. Journal of Science of Food and Agriculture 81: 1288-1291.
7. Boutraa, T., and Sanders, F.E. 2001. Influence of water stress on grain yield and vegetative growth of two cultivars of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Agronomy and Crop Science 187: 251-257.
8. Duman, I. 2006. Effect of seed priming with PEG and K_3PO_4 on germination and seedling growth in Lettuce. Pakistan Journal of Biology Science 9(5): 923-928.
9. El-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation 45: 215-225.

10. Emadi, N., Balouchi, H.R., and Jahanbin, Sh. 2012. Effect of drought stress and plant density on yield, yield components and some morphological characters of pinto bean in Yasouj region. Electronic Journal of Crop Production 5(2): 1-17. (In Persian with English Summary).
11. Eraslan, F., Inal, A., Gunes, A., and Alpaslan, M. 2007. Impact of exogenous salicylic acid on growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity. Scientia Horticulturae 113: 120-128.
12. FAO. 2014. Statistics. www.fao.org/stat.
13. Fariduddin, Q., Hayat, S., and Ahmad, A. 2003. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and see yield in *Brassica juncea*. Photosynthetica 41: 281-284.
14. Gholinezhad, E., Aeenehband, A., Hasanzade Ghorttappe, A., Barnoosi, I., and Rezaei, H. 2009. Evaluation of effective drought stress on yield, yield components and harvest index of sunflower hybrid Iroflor at different levels of nitrogen and plant population in Urmieh climate conditions. Journal of Plant Production 16(3): 1-28. (In Persian with English Summary).
15. Harper, J.P., and Balke, N.E. 1981. Characterization of the inhibition of K+ absorption in wheat roots by salicylic acid. Plant Physiology 68: 1349-1353.
16. Hayat, S., and Ahmad, A. 2007. Salicylic Acid: Plant Hormone. Springer. p. 97-99.
17. Khan, W., Prithviraj, B., and Smith, D.L. 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. Plant Physiology 160: 485-492.
18. Kocheki, A., and Banayan Aval, M. 1995. Pulse Crops. Jahad University of Mashhad. P. 236.
19. Kumar, H. 2000. Development potential of safflower in comparison to sunflower, sesame and safflower Newsletter. Institute of Sustainable Agriculture. Spain 15: 86-89.
20. Lee, S.S., Kim, J.H., Hong, S.B., Yuu, S.H., and Park, E.H. 1998. Priming effect of rice seeds on seedling establishment under adverse soil conditions. Korean Journal of Crop Science 43: 194-198.
21. Madah, S.M., Falahian, F., Sabaghpour, H., and Chalbian, F. 2007. Effect of salicylic acid on grain yield and its components and anatomical structure of pea plants (*Cicer arietinum* L.). Journal of Basic Sciences of Islamic Azad University 1(62): 61-70. (In Persian).
22. Majnoon Hoseini, N. 2009. Grain Legume Production. Jehad University of Tehran. P. 294.
23. Mehrabian Moghaddam, N., Arvin, M.J., Khajoyinezhad, Gh., and Maghsodi, K. 2012. Effect of salicylic acid on growth, grain and forage yield of maize in drought stress conditions in farm. Seed and Plant Improvement Journal 27(2): 41-55. (In Persian).
24. Miar Sadegi, S., Shekari, F., Fotovat, R., and Zangani, E. 2011. The effect of priming by salicylic acid on vigor and seedling growth of canola (*Brassica napus*) under water deficit condition. Journal of Plant Biology 6: 55-70. (In Persian with English Abstract).
25. Mohammadi, G.R., and Amiri, F. 2010. The effect of priming on seed performance of canola *(Brasica napus* L.) under drought stress. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science 9(2): 202-207.
26. Mohammadi, M., Fahimi, H., and Majd, A. 2010. The comparative effects of Salicylic acid and Gibberellin on seed germination of the Lentil (*Lens culinaris* L.). Journal of Biology of Islamic Azad University Branch of Garmsar 4(4): 9-12. (In Persian with English Summary).
27. Mohammadzadeh, A., Majnoon Hoseini, N., Moghaddam, H., and Akbari, M. 2013. Effect of different levels of drought stress and nitrogen on yield and yield components of two genotypes of Bean. Iranian Journal of Field Crop Science 43(1): 29-38. (In Persian with English Summary).
28. Noreen, Z., Ashraf, M., and Akram, N.A. 2010. Salt-induced regulation of some key antioxidant enzymes and physiobiochemical phenomena in five diverse cultivars of turnip (*Brassica rapa* L.). Journal of Agronomy and Crop Science 196: 273-285.
29. Pakmehr, A. 2009. Effect of priming by salicylic acid on morphological and physiological traits of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) under water deficit. MSc. Thesis Faculty of Agriculture, Zanjan University. (In Persian).
30. Pakmehr, A., Shekari, F., and Rastgoo, M. 2014. Effect of seed priming by salicylic acid on some photosynthetic traits of cowpea under water deficit in flowering stage. Iranian Journal of Pulses Research 5(2): 19-30. (In Persian with English Summary).
31. Parsa, M. and Bagheri, A. 2008. Pulses. Jihad-e Daneshgahi Mashhad Publisher.
32. Rajabi, L., Sajedi, N.A., and Roshandel, M. 2013. Response of yield and yield component of dry land chickpea to salicylic acid and superabsorbent polimer. Journal of Crop Production Research 4(4): 343-353. (In Persian with English Summary).

33. Rezaei Chiyaneh, E., and Pirzad, A.R. 2014. The effect of salicylic acid on yield, yield components and essence of (*Nigella sativa* L.) in condition of water deficit stress. Iranian Journal of Field Crops Research 12(3): 427-437. (In Persian).
34. Rosales-Serena, R., Kohashi-Shibata, J., Trejo- Lopez, A., Ortiza-Cereceres, C., and Kelly, J.D. 2002. Yield and phonological adjustment in four drought-stressed common bean cultivars. Annual Red Bean Improvement Crop 45: 198-199.
35. Sabzi, S., Tahmasebi, Z., and Barari, M. 2017. The effect of irrigation different levels effect on grain yield and some traits of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. Environmental Stress in Crop Science 10(1): 21-30. (In Persian).
36. Sadat Rasti Sani, M., Lahouti, M., and Ganjeali, A. 2014. Effect of drought stress on some morphophysiological traits and chlorophyll fluorescence of red bean seedlings (*Phaseolus vulgaris* L.). Iranian Journal of Pulses Research 5(1): 103-116. (In Persian with English Summary).
37. Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E., and Dixon, K. 2003. Acetyl salicylic acid (Asprin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regulation 30: 157-161.
38. Sepehri, A., Abasi, R., and Karami, A. 2016. Effect of drought stress and salicylic acid on grain yield and its component of genotypes of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Crop Improvement 17(2): 503-513. (In Persian).
39. Shakirova, F.M., and Sahabutdinova, D.R. 2003. Change in the hormonal status of wheat seedling induced by salicylic acid and salinity. Plant Science 164: 317-322.
40. Shekari, F., Pakmehr, A., Rastgho, M., Vazayefi, M., and Ghoreyshinasab, M.J. 2011. Effect of salicylic acid seed priming on physiological traits bean (*Vigna unguiculata* L.) under water stress in pod time. Agricultural Sciences Journal of Islamic Azad university of Tabriz 4(13): 13-29. (In Persian).
41. Singh, B., and Usha, K. 2003. Salicylic acid induced physiological changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regulation 39: 137-141.
42. Singh, S.H. 2003. Drought resistance in the Race Durango dry bean landraces and cultivars. Agronomy Journal 99: 1919-1225.
43. Sio-Se Mardeh, A., Sadeghi, F., Kanouni, H., Bahramnejad, B., and Gholami, S. 2014. Effect of drought stress on physiological traits, grain yield and its components in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences 16(2): 91-108. (In Persian with English Summary).
44. Soheili Movahed, S., Esmaeili, M.A., Jabbari, F., and Foladi, A. 2017. Evaluation yield and its component some of bean genotypes in water limitation condition of season end. Agroecology Journal 9(4): 1-12.
45. Soleimani, M.R., Kafi, M., Ziaee, M., and Shabahang, J. 2009. Effect of limited irrigation with saline water on forage of two local populations of *Kochia scoparia* L. Schrad. Water and Soil 22(2): 307-317.
46. Washem, M. 2006. Influence of Exogenously Applied Salicylic Acid on Drought Tolerance of Hexaploid Wheat. Botany Department of Bitany University of Agriculture Faisalabad. Ph.D. Dissertation.
47. Zadeh Bagheri, M., Javanmardi, Sh., Alozadeh, O., and Kamelmanesh, M.M. 2015. Effects of drought on grain yield and some physiological characteristics of red bean genotypes. Plant Ecophysiology 6(18): 1-11. (In Persian with English Summary).
48. Zarshin Zenosh, R., Ansari, M.H., and Mostafavi Rad, M. 2015. The effect of chemical and biological priming on yield and yield components of Broad Bean (*Vicia faba* L.). Plant Environmental Physiology 10(40): 73-83. (In Persian with English Abstract).
49. Zabet, M., and Hoseinzadeh, A. 2011. Determine the most important traits affecting *Vadiata wilczekvigna* yield using multivariate statistical methods in condition of drought stress and non-stress. Iranian Journal of Pulses Research 2(1): 87-98. (In Persian with English Summary).
50. Zhu, J.K. 2002. Salt and drought stress signal transduction in plants. Annual Review of Plant Biology 53: 247-316.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 10, No. 1, 2019, p. 63-74 (Research Article)

Effect of different levels of drought stress and growth regulators on yield and yield components of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

Danir[1], S., Sharafi[2], S. & Gholinezhad[*3], E.

1. M.Sc of Agronomy, Islamic Azad University of Mahabad, siyavashdanirr@yahoo.com
2. Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Agriculture Faculty, Islamic Azad University of Mahabad, sharafi_1352@yahoo.com
3. Associate Professor, Department of Agriculture Sciences, Payame Noor University, Tehran, Iran

Received: 22 February 2017
Accepted: 2 July 2017

DOI: 10.22067/ijpr.v10i1.62772

Introduction

Legumes have great nutritional value and are an important source of vegetable protein. Population growth in recent decades has led to increased consumption of protein, especially red meat. The increase in cereal production as supplemental protein sources is considered the country's economic development program. Legumes grain have 18 to 32 percent protein and plays an important role in people's diet. Drought stress is among the main limiting factors for legumes production, and is able to reduce significantly the production of grains, in rainfed areas. Stress inhibits the full expression of the genetic potential of crops and thereby reducing the production. Salicylic acid (SA), a plant phenolic compound is known as a plant hormone and its role in relation to defense mechanisms against biotic and abiotic stresses, is well known. Priming seed is a technique which the seeds before dealing with the ecological condition, will gain ability for better germination in terms of physiological and biochemical functioning. The aim of this study was to investigate the effect of spraying and priming of beans with salicylic acid on common bean yield and its components. It was also tried to determine whether priming or spraying with salicylic acid or both of them can induce tolerance drought stress to or not.

Materials & Methods

This experiment was performed at Research Station of Agricultural School, Urmia, Iran, during 2015-2016 growing season. The experiment was conducted as split-plot arrangement based on randomized complete block design with three replications. Treatments consisted of three levels of drought stress including severe drought stress (irrigation after 120 mm evaporation by class A pan), moderate drought stress (irrigation after 90 mm evaporation by class A pan), and control (irrigation after 60 mm evaporation by class A pan) as the main factor and treatments in five levels (control, priming with distilled water, priming with salicylic acid, spraying with salicylic acid, spraying and priming with salicylic acid) as subplots. Each experiment consisted of three replication with 5 plots. The first treatment control: conventional planting seeds. Second treatment was primed seeds of beans with distilled water. The seeds were primed for 12 hours in distilled water at room temperature. The third treatment: was seed priming with salicylic acid, so that the seeds for 12 hours in a solution of 0.5 micromoles salicylic acid was used at room temperature. The fourth plot: spraying the plants with a solution of 1 micromoles of salicylic acid on the field when the plants produced about 50 percent pod. Fifth treatment (v) was a combined treatment, priming the seeds before planting (seed for 12 hours in a solution of 0.5 micromoles of salicylic acid at 25^0C temperature) and spraying the plants of the plot with a solution of 1 micromoles of salicylic acid on the field at 50 percent poding. After physiological maturity of beans, the crop was harvested and biomass, grain yield, 100 grain weight, the number of pods per plant, the number of grains per pods and plant height were measured. The data were analyzed with Tukey’s test at 95 percent probability ($P \leq 0.05$) using SAS and MSTATC statistical software.

***Corresponding Author:** gholinezhad1358@yahoo.com

Results & Discussion

Analysis of variance showed that grain yield, biological yield, index harvest, the number of pods per plant, the number of grains per pod, pod and seed weight, 100 grain weight and plant height were significantly affected by drought stress and growth regulators. Mean comparison showed that the maximum and minimum of traits were obtained under control (without stress) and severe drought stress, respectively. The highest and lowest values of studied traits were obtained by spraying and priming with salicylic acid and control (without priming). The highest (3362 kg ha^{-1}) and lowest (1864 kg ha^{-1}) grain yield were obtained under control (without stress) and severe drought stress, respectively. Drought stress in comparison with optimum irrigation (control) reduced grain yield by 45 percent. Treatment spraying and priming with salicylic acid in comparison with control (without priming) increased grain yield about 50 percent.

Conclusion

According to this research, under Urmia climate conditions, for producing high grain yield of common bean, using spraying and priming with salicylic acid can be recommended.

Keywords: Bean, Priming, Salicylic acid, Spraying, Water deficit